



TRANSMITTAL FORM <i>(to be used for all correspondence after initial filing)</i>	Application Number	10/609,085	
	Filing Date	June 27, 2003	
	First Named Inventor	Mitsuru Sugita et al.	
	Art Unit	N/A	
	Examiner Name	Not Yet Assigned	
Total Number of Pages in This Submission	27	Attorney Docket Number	80329-0013

ENCLOSURES (check all that apply)		
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment/Reply <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to Group <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<div>Remarks</div>		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT	
Firm or Individual name	RADER, FISHMAN & GRAUER PLLC Michael R. Bascobert
Signature	
Date	July 29, 2003

Transmittal	
I hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service with sufficient postage as First Class Mail, in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the date shown below.	
Dated: July 29, 2003	Signature: (Wendy A. Balabon)



I hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service with sufficient postage as First Class Mail, in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the date shown below.

Date: July 29, 2003

Signature:

Wendy A. Salabon
(Wendy A. Salabon)

Docket No.: 80329-0013
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Mitsuru SUGITA et al.

Application No.: 10/609,085

Group Art Unit: N/A

Filed: June 27, 2003

Examiner: Not Yet Assigned

For: BEARING DEVICE FOR INTERNAL
COMBUSTION ENGINES

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	2002-187076	June 27, 2002

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: July 29, 2003

Respectfully submitted,

By *Michael R. Bascobert*

Michael R. Bascobert, Reg. No. 44,525
Rader, Fishman & Grauer PLLC
39533 Woodward Avenue, Ste. 140
Bloomfield Hills, Michigan 48304
(248) 594-0646
Attorneys for Applicant

Customer No. 010291

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 6 月 2 7 日
Date of Application:

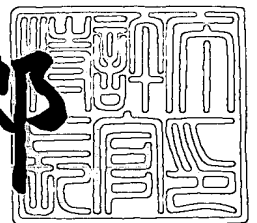
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 1 8 7 0 7 6
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 1 8 7 0 7 6]

出 願 人
Applicant(s): 大同メタル工業株式会社
 ダイハツ工業株式会社
 愛知製鋼株式会社

2 0 0 3 年 7 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 4 3 5 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA2002-006

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 17/00
F16C 33/00
F16C 3/06

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県犬山市大字前原字天道新田 大同メタル工業株式会社内

【氏名】 杉田 満

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県犬山市大字前原字天道新田 大同メタル工業株式会社内

【氏名】 籠原 幸彦

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県犬山市大字前原字天道新田 大同メタル工業株式会社内

【氏名】 石吾 修

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県犬山市大字前原字天道新田 大同メタル工業株式会社内

【氏名】 水野 吉一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府池田市桃園 2 丁目 1 番 1 号 ダイハツ工業株式会社内

【氏名】 宗時 弘志

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府池田市桃園 2 丁目 1 番 1 号 ダイハツ工業株式会社
社内

【氏名】 楠 亮平

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府池田市桃園 2 丁目 1 番 1 号 ダイハツ工業株式会社
社内

【氏名】 塩田 隆

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地 愛知製鋼株式会社内

【氏名】 野村 一衛

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地 愛知製鋼株式会社内

【氏名】 岩間 直樹

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地 愛知製鋼株式会社内

【氏名】 加藤 英久

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地 愛知製鋼株式会社内

【氏名】 上村 智之

【特許出願人】

【識別番号】 591001282

【氏名又は名称】 大同メタル工業株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000002967

【氏名又は名称】 ダイハツ工業株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000116655

【氏名又は名称】 愛知製鋼株式会社

【代理人】

【識別番号】 100084227
【弁理士】
【氏名又は名称】 今崎 一司
【電話番号】 052-917-6001

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 061517
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関用軸受装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関のクランク軸と該クランク軸を支持する軸受とからなる内燃機関用軸受装置において、

前記クランク軸は、表面硬化処理が施されていない初析フェライト分率が 3 % 以下のパーライト主体の組織の鋼からなり、且つその表面粗さが $R_z 0.8 \mu m$ 以下となるように加工され、

前記軸受は、裏金にアルミニウム軸受合金が接合され、且つその合金成分として少なくとも 4 質量%未満のシリコン粒子を含有していることを特徴とする内燃機関用軸受装置。

【請求項 2】 前記アルミニウム軸受合金は、前記シリコン粒子が摺動表面に存在するシリコン粒子の総面積に対し、 $4 \mu m$ 以下の粒子径の面積率が 60 % 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関用軸受装置。

【請求項 3】 前記アルミニウム軸受合金は、硬度がビッカース 70 以下であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の内燃機関用軸受装置。

【請求項 4】 前記アルミニウム軸受合金は、下記の式 1 を充足するビッカース硬度を有するものであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の内燃機関用軸受装置。

式 1 ; $B \leq (S / 2 - 70)$ (B ; アルミニウム軸受合金のビッカース硬度、S ; クランク軸のビッカース硬度)

【請求項 5】 前記アルミニウム軸受合金の表面に、該合金よりも軟質のなじみ層を被覆したことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の内燃機関用軸受装置。

【請求項 6】 前記なじみ層は、めっき又は樹脂コーティングにより形成されていることを特徴とする請求項 5 記載の内燃機関用軸受装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車等の内燃機関のクランク軸と該クランク軸を支持する軸受とからなる内燃機関用軸受装置に関し、特に、クランク軸に高周波焼入れ等の表面硬化処理が施されていないクランク軸と軸受とを組み合わせた内燃機関用軸受装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、自動車等の内燃機関におけるクランク軸と軸受（主軸受とコンロッド軸受を含む）との組合せにおいて、クランク軸を構成する素材として、スチール製（鋼製）のクランク軸に高周波焼入れ等の表面硬化処理を施したもの（以下、「スチール焼入れ軸」という。）や、球状黒鉛鋳鉄製のもの（以下、「DCI軸」という。）が使用され、それぞれの軸に対する軸受も提案され、実用に供されている。

【0003】

ところで、スチール焼入れ軸は、高価であると共に切削加工においてその切粉が連続した渦巻き状となる等の欠点がある。一方、DCI軸は、安価で切削加工性が良いというメリットはあるがヤング率が低いため、スチール焼入れ軸と同じ負荷が掛けられた場合に振動や音が大きくなり、必然的にスチール焼入れ軸と同等の性能を維持しようとする場合には、軸径が大きくなるという欠点がある。

【0004】

このため、最近、ヤング率がスチール焼入れ軸と同等で切削加工性の優れたスチール製の非調質快削鋼をクランク軸として使用しようとする開発がなされているが、従来の非調質快削鋼においては、潤滑油に含まれる異物によりクランク軸の表面に掻きキズが発生し易いという問題があった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、高周波焼入れ等の表面硬化処理を施さないスチール製の非調質快削鋼をクランク軸として使用する場合のクランク軸と軸受の最適な組合せを提案するために、本発明がなされたものである。即ち、本発明は、上記した事情に鑑みなされたもので、その目的とするところは、表面硬化処理を省略したクランク軸と

軸受との組合せであって、信頼性および生産性が確保できる軸受装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記した目的を達成するために、内燃機関のクランク軸と該クランク軸を支持する軸受とからなる内燃機関用軸受装置において、前記クランク軸は、表面硬化処理が施されていない初析フェライト分率が3%以下のパーライト主体の組織の鋼からなり、且つその表面粗さ R_z が $0.8\mu\text{m}$ 以下となるように加工され、前記軸受は、裏金にアルミニウム軸受合金が接合され、且つその合金成分として少なくとも4質量%未満のシリコン粒子を含有していることを特徴とする（請求項1に係る発明）。

【0007】

クランク軸を高周波焼入れ等の表面硬化処理が施されていない初析フェライト分率が3%以下のパーライト主体の組織の鋼によって作製することにより、硬度の低いフェライト組織の析出を抑制し、もって潤滑油に含まれる異物や軸受合金中の硬質粒子によるフェライト組織への微細なキズ付きから巨大なキズへ発展して摩耗量が増大することを防止するものである。このフェライト分率とキズつきの関係について図1を参照してより詳細に説明する。図1は、表1の試験条件で混入異物量が10mgとした場合のフェライト分率と軸のキズ評価点比率との関係を示すグラフである。なお、キズ評価点は、テスト後の軸の表面凹凸形状測定データを用い、表2に示す評価点数に基づいて[キズ評価点 $=\Sigma$ (点数 \times キズ個数)]の数式より算出した値により、キズ深さに応じ重み付けした。また、キズ評価点比率の比率は、内燃機関用のクランク軸として十分な実績のあるDCI軸とアルミニウム軸受合金との組合せにおけるキズ評価点を分母とした場合の比率である。したがって、キズ評価点比率が1を超える場合には、従来の実績のあるDCI軸に比してキズ評価点が高くDCI軸に劣ることを意味し、逆にキズ評価点比率が1以下の場合には、キズ評価点が低くDCI軸と同等以上であることを意味する。なお、軸受としては、 $\text{Al}-2.3\text{Si}-12\text{Sn}-1\text{Cu}$ （質量%）のアルミニウム軸受合金を用いた。

【0008】

【表1】

異物試験	条件
周速	0 \longleftrightarrow 1.7m/s
試験荷重	4 MPa
試験時間	20hrs(起動-停止サイクル4sec)
潤滑油	VG10
異物	JIS 2種
評価方法	軸表面凹凸形状変化

【0009】

【表2】

	キズの深さの重み付け評価			
キズ深さ	0.8 μ m以下	1.4 μ m以下	2.0 μ m以下	2.6 μ m以下
点数	0点	1点	2点	4点

【0010】

しかして、図1に示すように、キズ評価点比率が1以下となるフェライト分率は、ほぼ3%以下である。したがって、クランク軸のフェライト分率は、3%以下が望ましいものである。また、初析フェライト分率が3%を超えると、フェライト組織が多くなって異物によるキズつきが多くなり、最終的に軸受が焼付きに至る。また、軸表面粗さ R_z が0.8 μ mを超えると早期摩耗が多くなり、最終的に軸受が焼付きに至る場合がある。

【0011】

一方、軸受のアルミニウム軸受合金におけるシリコン（以下、「Si」と表記する。）量が4質量%未満の場合には、Si粒子によるクランク軸への攻撃性が抑制されてクランク軸の早期摩耗やキズつきが従来のDCI軸の摩耗量やキズつきと同等又はそれ以下に抑制される。Si量は、4質量%未満で、望ましくは、Si量は、0.5～3.5質量%が好適である。Si量がこの範囲内であれば、

従来のDCI軸と軸受の組合せの摩耗量よりも優れたものになる。

【0012】

また、アルミニウム軸受合金に4質量%未満含有されるSi粒子は、摺動表面に存在するSi粒子の総面積に対し、 $4\mu\text{m}$ 以下の粒子径の面積率が60%以上であることを特徴とする（請求項2の発明）。アルミニウム軸受合金中のSi粒子の大きさとその面積率との関係において、Si粒子の粒子径が大きく且つ面積率が多い場合には、従来のDCI軸に比べて軸摩耗量が増大しキズつきも増大する。したがって、Si粒子は、摺動表面に存在するSi粒子の総面積に対し、 $4\mu\text{m}$ 以下の粒子径の面積率が60%以上と設定されることにより、従来のDCI軸の摩耗量やキズつきと同等又はそれ以下に抑制される。なお、Si粒子の面積率は、摺動表面の顕微鏡写真を画像解析装置により解析し、 0.0125mm^2 に存在するすべてのSi粒子径を測定し、その測定結果を基にして比率を算出する。Si粒子径は、粒子一つ一つについて面積を測定し、その面積と同一面積の円の径に換算したものをいう。

【0013】

アルミニウム軸受合金は、硬度がビッカース70以下であることを特徴とする（請求項3の発明）。軸受合金の硬度がビッカース70を超えると、クランク軸への攻撃力が急激に増すので、ビッカース70以下に設定する必要がある。なお、以下ビッカース硬度をHv硬度と表現する場合がある。

【0014】

また、前記アルミニウム軸受合金は、式 $[B \leq (S/2 - 70)]$ （B；アルミニウム軸受合金のHv硬度、S；クランク軸のHv硬度）を充足するビッカース硬度（Hv硬度）を有するものであることを特徴とする（請求項4の発明）。図2に示すように、本発明に係る種々の硬度を有したクランク軸と本発明に係る種々の硬度を有したアルミニウム軸受における軸摩耗量との関係を従来のDCI軸と軸受における軸摩耗量と比較してすぐれた性能を発揮した組合せを「●」で示し、同等の性能を発揮した組合せを「○」で示し、同等未満の性能しか発揮しない組合せを「▲」で示す。「□」、「○」、「▲」の領域は、ほぼ明確に区別できる領域にわかれる。その区別できる領域を仕切る線（図2中の破線で示すA

—A線)を式で表現すると $B = (S / 2 - 70)$ となり、その線より上方の領域が従来のDCI軸に比べてすぐれた領域であり、その線より下方の領域が軸摩耗が従来と同等の領域である。したがって、 $B \leq (S / 2 - 70)$ が望ましい領域である。ただし、クランク軸の軸硬度Sの値がビッカース280を超えると軸加工性が悪くなるので、軸硬度Sの上限は、ビッカース280以下に設定されることが望ましい。

【0015】

更に、前記アルミニウム軸受合金の表面に、該合金よりも軟質のめっき又は樹脂コーティングにより形成されているなじみ層を被覆したことを特徴とする(請求項5及び請求項6の発明)。めっきとしては、PbやSn合金が使用され、また、樹脂コーティングとしては、ベース樹脂に固体潤滑剤と硬質粒子を配合した樹脂液をコーティング剤として使用する。例えば、図3に示すように、なじみ層を形成しない本発明に係るクランク軸と軸受との組合せにおける軸摩耗を1とした場合(図3の下段の「表面層無し」と表記された棒グラフ)に、 $5\mu\text{m}$ の樹脂(ベース樹脂としてポリアミドイミド、固体潤滑剤として MoS_2 を用いた)をアルミニウム軸受合金の表面にコーティングした場合(図3の中段の「 $5\mu\text{m}$ 樹脂コーティング」と表記された棒グラフ)には、その軸摩耗比率が0.53に減少し、 $20\mu\text{m}$ のPb-Sn合金をアルミニウム軸受合金の表面にめっきした場合(図3の上段の「 $20\mu\text{m}$ 電気めっき付」と表記された棒グラフ)には、その軸摩耗比率が0.27に減少した。つまり、軸受のアルミニウム合金層の表面にさらに軟質のめっき又は樹脂コーティングにより形成されるなじみ層を形成することにより、軸摩耗やキズつきを防止することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図6は、実施形態に係る内燃機関のクランク軸と軸受との関係を示す斜視図である。

【0017】

図6において、コンロッド本体1とピストン2とは、図示しないピストンピン

によって連結されており、コンロッド本体1の下部がクランク軸3に連結されている。コンロッド本体1のクランク軸3への連結は、コンロッド本体1の下部円弧状部とキャップ4とでクランク軸3を挟み込むようにして連結される。そして、コンロッド本体1の下部円弧状部とキャップ4の円弧状部の内側に本発明を構成するコンロッド用の軸受5が嵌着される。また、クランク軸3は、図示しないシリンダに主軸受6を介して軸支されている。軸受5, 6は、クランク軸3が回転しているときに、油膜圧力によってクランク軸3を支持するものであるが、特にクランク軸3の回転始動時や回転終了時にクランク軸3と軸受5, 6とが接触して軸受5, 6を摩耗させるものである。

【0018】

クランク軸3は、初期フェライト率が3%以下のパーライト主体の組織を有する鋼材を表面粗さ R_z が $0.8\mu\text{m}$ 以下となるように加工される。

【0019】

一方、クランク軸3と摺動する軸受5, 6の製造方法は、鋼製の裏金にAl-Sn-Si合金からなるアルミニウム軸受合金層を接合した帯状のバイメタルを所定寸法に切断し、半円筒形に湾曲した後、機械加工を施し、その後、必要に応じて、Pb-Sn合金めっきや樹脂コーティングによりなじみ層がアルミニウム軸受合金層上に被覆される。裏金は、用途によって $0.5\text{mm} \sim 2\text{mm}$ 程度の厚さの鋼が使用され、また、アルミニウム軸受合金層は、用途によって $0.3 \sim 0.5\text{mm}$ 程度の厚さで接合され、なじみ層は、 $5 \sim 20\mu\text{m}$ 前後の厚みを有している。

【0020】

ところで、本実施形態における軸受5, 6においては、アルミニウム軸受合金層は、その合金成分として少なくとも4質量%未満のSi粒子を含み、そのSi粒子が摺動表面に存在するシリコン粒子の総面積に対し、 $4\mu\text{m}$ 以下の粒子径の面積率が60%であり、しかも、アルミニウム軸受合金の硬度がビッカース70以下で且つ $B \leq (S/2 - 70)$ (B ; アルミニウム軸受合金のHv硬度、 S ; クランク軸のHv硬度)を満たすように製造されるものである。

【0021】

【実施例】

以下、上記の条件にしたがって製造されたクランク軸とアルミニウム軸受の実施例について説明する。表5においては、初析フェライト分率が3%以下で表面粗さ R_z が $0.8\mu\text{m}$ 以下の実施例1～6のクランク軸と、上記のいずれか一方又は両方の条件を充足しない比較例11～21を示し、実施例1～6のクランク軸と比較例11～21のクランク軸とをアルミニウム軸受（次の表6に示す実施例3の軸受）と組み合わせて表3に示す試験条件で摩耗量について調査した。そして、その摩耗量と従来のDCI軸と軸受との組合せによって生じる摩耗量と比べて同等か否かを算出し、その算出結果を示したものが図4のグラフとして示されている。

【0022】

【表3】

軸摩耗試験(1)	条件
周速	15m/s
試験荷重	35MPa
試験時間	20hrs
潤滑油	VG68
給油温度	130℃
給油圧力	0.4MPa
評価方法	軸摩耗量

【0023】

【表 5】

	No.	初析フェライト分率 (%)	粗さ (R _z)
実施例	1	0.5	0.5
	2	0.5	0.8
	3	1.2	0.4
	4	1.2	0.5
	5	2.8	0.4
	6	2.8	0.7
比較例	11	1.2	1.3
	12	2.8	0.9
	13	3.8	0.8
	14	3.8	1
	15	6.8	0.5
	16	6.8	0.8
	17	7	1.2
	18	7	0.6
	19	12	0.5
	20	12	0.8
	21	12	1.2

【0024】

しかして、図4のグラフにおいて、実施例1～6のフェライト分率と軸表面粗さR_zを横軸と縦軸の対応する位置にプロットしたときに、上記した算出結果はすべてDCI軸の摩耗量と同等以上の性能（摩耗量が少ない）を有することが分かった（「○」でプロット）。しかし、初析フェライト分率が3%以下で表面粗さが0.8μm以下という2つの条件のうち、いずれか一方又は両方を充足することのない比較例11～21のフェライト分率と軸表面粗さR_zを横軸と縦軸の対応する位置にプロットしたときに、上記した算出結果はすべてDCI軸の摩耗量より劣る性能（摩耗量が多い）を有することが分かった（「●」でプロット）。したがって、従来のDCI軸と同等以上の性能を有するようなクランク軸の条件は、初析フェライト分率が3%以下で表面粗さR_zが0.8μm以下という2つの条件を満たすことが必要である。

【0025】

一方、表6においては、Si量が4質量%未満でその粒子径が摺動表面に存在するSi粒子の総面積に対し、4μm以下の粒子の面積比率が60%以上且つアルミニウム軸受合金層の硬さがビッカース70以下の実施例1～7のアルミニウ

ム軸受と、上記3つの条件のうちいずれか1つ又は2つ又はすべての条件を充足しない比較例11～19を示し、実施例1～7のアルミニウム軸受と比較例11～19のアルミニウム軸受とをクランク軸（前述した表5に示す実施例2のクランク軸）と組み合わせて表4に示す試験条件で軸粗さ変化量について調査した。そして、その軸粗さ変化量と従来のDCI軸と軸受との組合せによって生じる軸粗さ変化量と比べて同等か否かを算出し、その算出結果を示したものが図5のグラフとして示されている。

【0026】

【表4】

軸摩耗試験(2)	条件
周速	0 ↔ 1.7m/s
試験荷重	4 MPa
試験時間	20hrs(起動-停止サイクル4sec)
潤滑油	VG10
評価方法	軸表面凹凸形状変化

【0027】

【表 6】

	No.	軸受合金成分(質量%)			4 μ m未満のSi 粒子面積比率 (%)	合金硬さ(Hv)	軸粗さ変 化量比率
		Si	Sn	Cu			
実 施 例	1	0.5	20	0.8	82	35	0.2
	2	0.9	20	2	78	50	0.4
	3	2.3	12	1	82	43	0.5
	4	2.5	10	1.4	72	64	0.64
	5	3.4	12	1	68	52	0.75
	6	3.8	8	1.5	65	53	0.9
	7	3.7	10	1.5	62	68	0.94
比 較 例	11	0.7	20	2	87	73	1.05
	12	2.3	10	1.5	43	71	1.8
	13	2.7	8	1.5	76	74	1.13
	14	3.2	12	1.8	57	77	2.1
	15	4.3	9	1.4	38	64	2.5
	16	5.5	10	0.8	70	50	1.6
	17	6	—	1.3	82	95	1.5
	18	6	—	1	43	55	2.5
	19	6	—	1.5	40	97	2.9

【0028】

しかして、図5のグラフにおいて、実施例1～7のSi量と軸粗さ変化量を横軸と縦軸の対応する位置にプロットしたときに、上記した算出結果はすべてDCI軸の軸粗さ変化量と同等以上の性能（変化量が少ない）を有することが分かった（「○」でプロット）。しかし、Si量が4質量%未満でその粒子径が摺動表面に存在するSi粒子の総面積に対し4 μ m以下の粒子の面積比率が60%以上且つアルミニウム軸受合金層の硬さがビッカース70以下という3つの条件のうち、いずれか1つ又は2つ又はすべての条件を充足することのない比較例11～19のSi量と軸粗さ変化量を横軸と縦軸の対応する位置にプロットしたときに、上記した算出結果はすべてDCI軸の軸粗さ変化量より性能が劣る（変化量が多い）ことが分かった（「●」でプロット）。したがって、従来のDCI軸と同等以上の性能を有するようなアルミニウム軸受の条件は、Si量が4質量%未満でその粒子径が摺動表面に存在するSi粒子の総面積に対し4 μ m以下の粒子の面積比率が60%以上且つアルミニウム軸受合金層の硬さがビッカース70以下という3つの条件を満たすことが必要である。

【0029】

なお、表 6 に示す軸受合金成分として S i 以外に S n, C u 等があるが、S i 以外の成分が軸粗さ変化率に与える影響はほとんどないことが実験の結果わかった。

【0030】

【発明の効果】

以上、説明したところから明らかなように、本発明においては、表面硬化処理が施されていない初析フェライト分率が 3 % 以下のパーライト主体の組織の鋼からなり、且つその表面粗さ R_z が $0.8 \mu m$ 以下となるように加工されたクランク軸と、裏金にアルミニウム軸受合金が接合され、且つその合金成分として少なくとも 4 質量 % 未満のシリコン粒子を含有し且つ摺動表面に存在する S i 粒子の総面積に対し $4 \mu m$ 以下の粒子径の面積率が 60 % 以上で硬度がビッカース 70 以下の式 $[B \leq (S / 2 - 70)]$ (B ; アルミニウム軸受合金のビッカース硬度、S ; クランク軸のビッカース硬度)] を充足するビッカース硬度を有する軸受とを組み合わせることにより、従来の軸受装置と同等以上の信頼性および生産性が確保できる軸受装置とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施形態に係るクランク軸におけるフェライト分率とキズ評価点比率との関係を示すグラフである。

【図 2】

軸硬度と軸受合金硬度との関係を示すグラフである。

【図 3】

軸受の軸受合金の表面になじみ層を形成した場合と形成しない場合との軸摩耗比率を示すグラフである。

【図 4】

実施例と比較例のクランク軸におけるフェライト分率と軸粗さとの相互の関係で従来の DC I 軸の軸摩耗量と比較して同等か否かを示すグラフである。

【図 5】

実施例と比較例の軸受合金におけるシリコン量と軸粗さ変化量との相互の関係

で従来の D C I 軸の軸粗さ変化量と比較して同等か否かを示すグラフである。

【図 6】

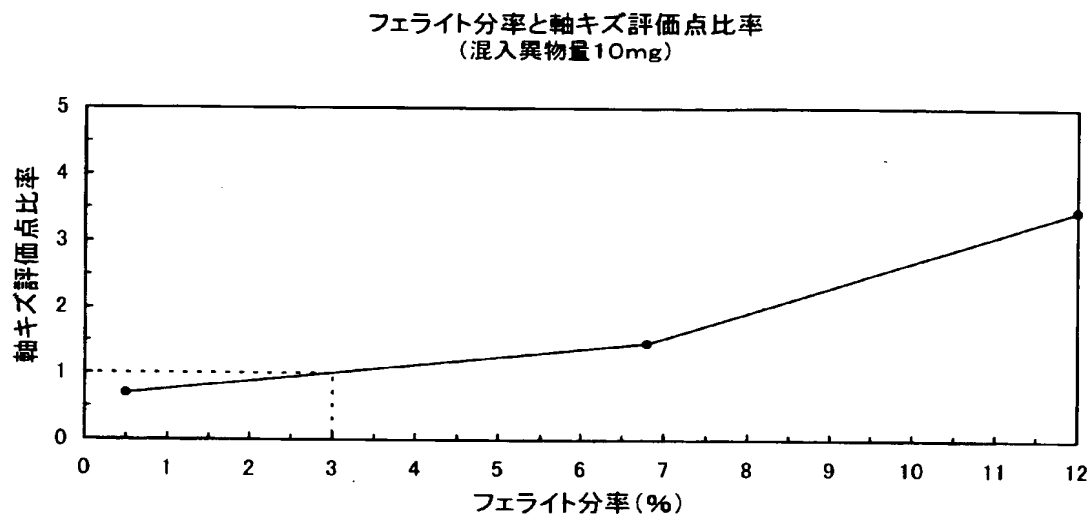
内燃機関のクランク軸と軸受との関係を示す斜視図である。

【符号の説明】

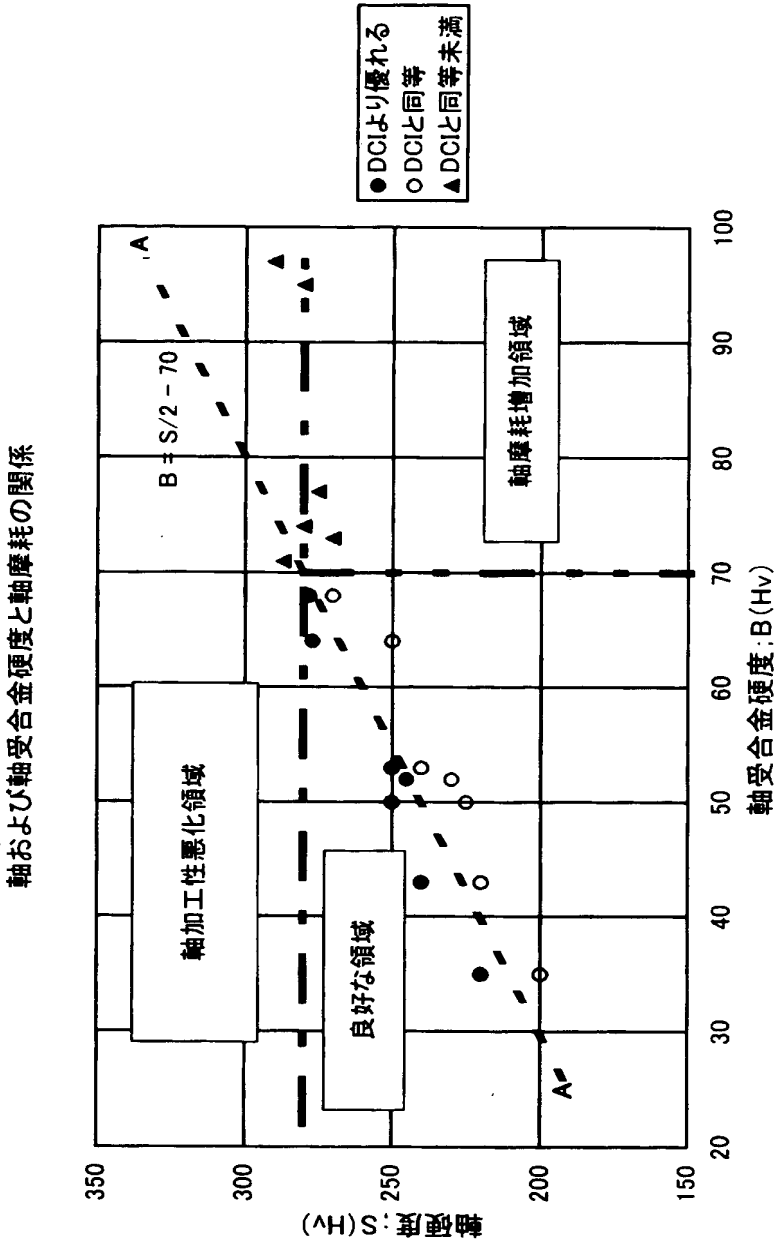
- 1 コンロッド
- 2 ピストン
- 3 クランク軸
- 4 キャップ
- 5 軸受
- 6 軸受

【書類名】 図面

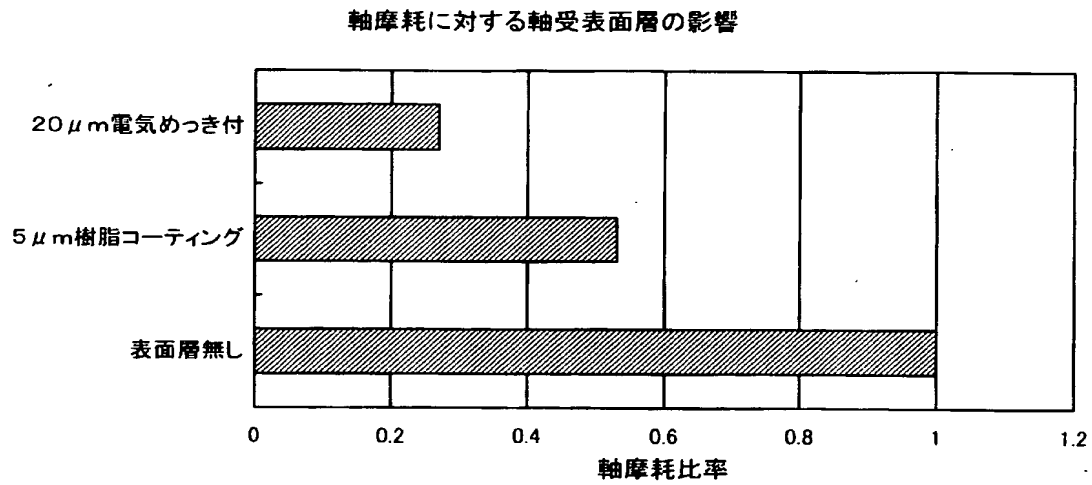
【図 1】



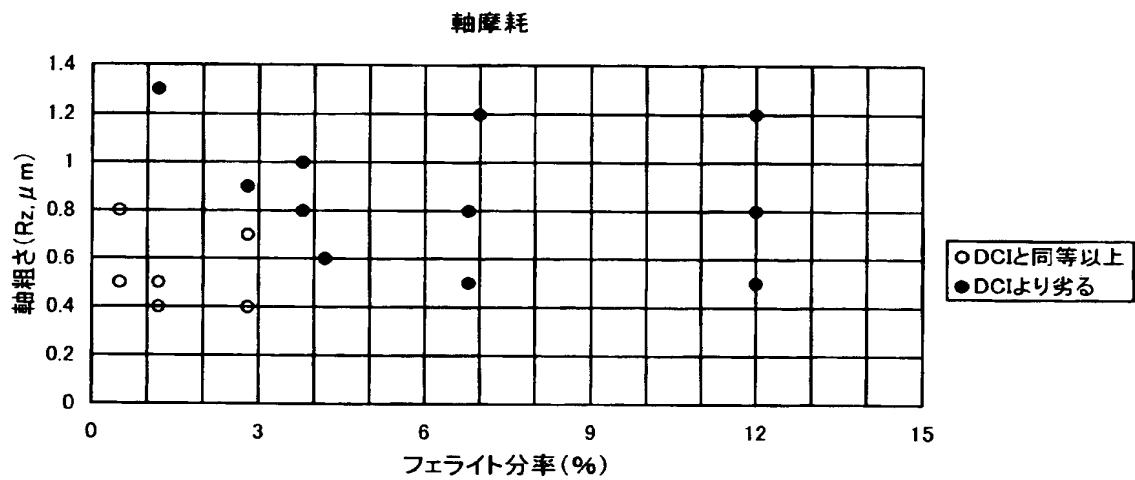
【図2】



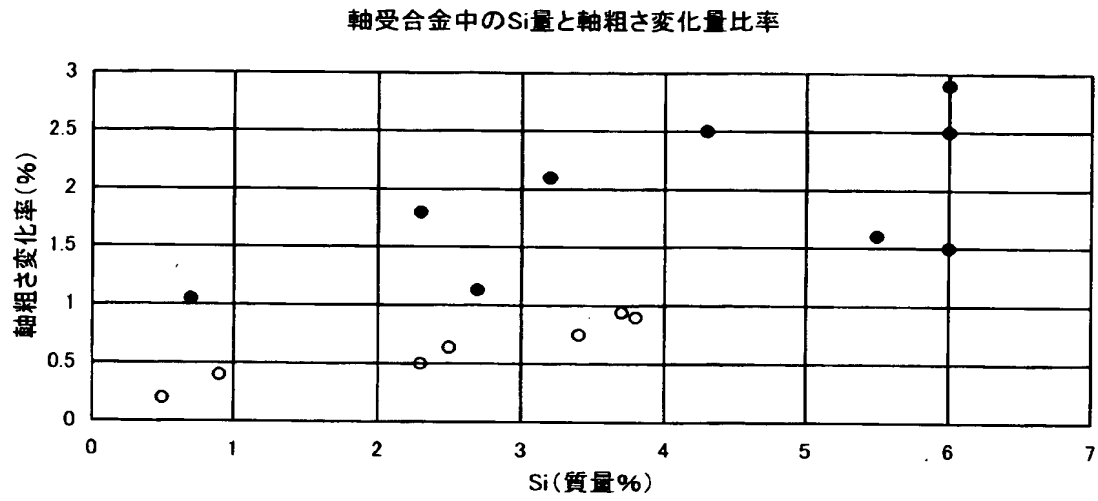
【図 3】



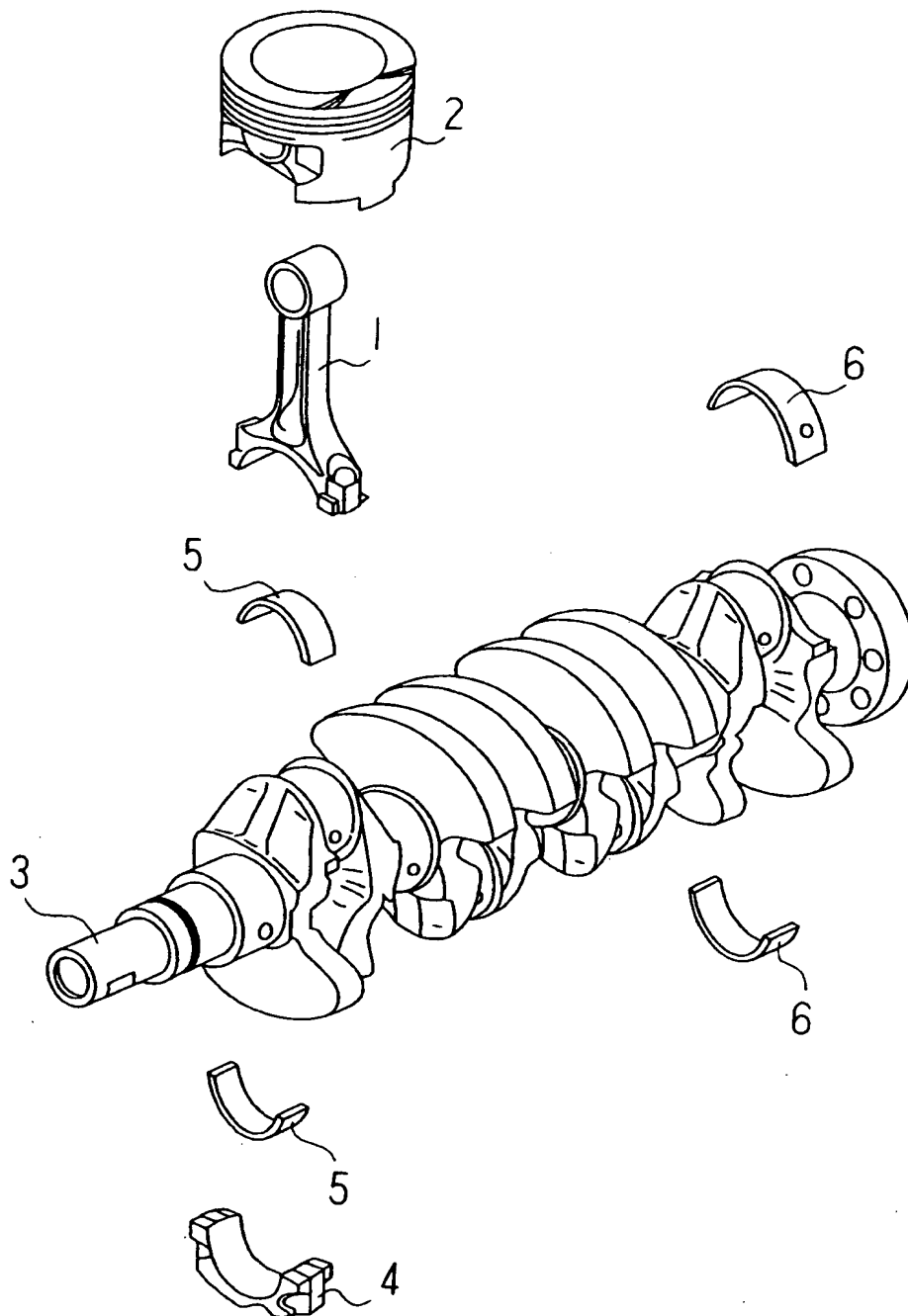
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 表面硬化処理を省略したクランク軸と軸受との組合せであって、信頼性および生産性が確保できる軸受装置を提供する。

【構成】 内燃機関のクランク軸 3 と該クランク軸 3 を支持する軸受 5, 6 とからなる内燃機関用軸受装置において、クランク軸 3 は、表面硬化処理が施されていない初析フェライト分率が 3 % 以下のパーライト主体の組織の鋼からなり、且つその表面粗さ R_z が $0.8 \mu m$ 以下となるように加工され、軸受 5, 6 は、裏金にアルミニウム軸受合金が接合され、且つその合金成分として少なくとも 4 質量 % 未満のシリコン粒子を含有していることにより、クランク軸 3 の早期摩耗やキズつきが従来の DCI 軸の摩耗量やキズつきと同等又はそれ以下に抑制される。

【選択図】 図 6

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 1 8 7 0 7 6		
受付番号	5 0 2 0 0 9 3 9 3 8 0		
書類名	特許願		
担当官	第三担当上席	0 0 9 2	
作成日	平成 1 4 年 7 月 2 日		

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年 6月27日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 1 8 7 0 7 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 9 1 0 0 1 2 8 2]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 1 2 月 2 7 日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県名古屋市北区猿投町 2 番地
氏 名 大同メタル工業株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 2 年 9 月 1 7 日
[変更理由] 住所変更
住 所 愛知県名古屋市中区栄二丁目 3 番 1 号 名古屋広小路ビルヂン
グ 1 3 階
氏 名 大同メタル工業株式会社

特願 2 0 0 2 - 1 8 7 0 7 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 9 6 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府池田市ダイハツ町 1 番 1 号

氏 名

ダイハツ工業株式会社

特願 2 0 0 2 - 1 8 7 0 7 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 1 6 6 5 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 3 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地

氏 名

愛知製鋼株式会社